

MARIA FRANCISCA GUIMARÃES PEIXOTO DA SILVA TAVARES

Aneurismas da artéria renal: a importância do autotransplante no seu tratamento

Dissertação de Candidatura ao grau de
Mestre em Medicina submetida ao
Instituto de Ciências Biomédicas Abel
Salazar da Universidade do Porto.

Orientador: Professor Dr. Rui Machado
Professor Auxiliar Convidado do ICBAS

Afiliação: Instituto de Ciências de Biomédicas Abel Salazar (ICBAS), Universidade do Porto,
Portugal

Rua de Jorge Viterbo Ferreira n.º 228, 4050-313, Porto

Agradecimentos

No decurso desta investigação beneficieei do aconselhamento e apoio de vários colegas, amigos e familiares, sem os quais esta tese não teria chegado à luz do dia.

Gostaria desta forma de deixar aqui um especial agradecimento ao meu orientador, o Prof. Dr. Rui Machado, pela sua paciência sem limites, disponibilidade e contínuo suporte. Com ele aprendi muito do que aqui transcrevo e mais ainda. Ao Prof. Dr. Rui de Almeida, cujo profissionalismo e dedicação me inspiraram e influenciaram positivamente na escolha do tema. À minha grande amiga Adriana Sampaio, com quem aprendi também muito e que me ajudou na discussão, revelando-se incansável sempre que dela precisei.

Aos meus pais, a quem tudo devo.

Índice

Agradecimentos.....	II
Índice	III
Resumo	IV
Abstract.....	VI
Introdução	1
Metodologia	4
Resultados	6
Discussão.....	10
Referências Bibliográficas	18

Resumo

Introdução: A detecção dos aneurismas da artéria renal tem vindo a aumentar devido à expansão do número de exames imagiológicos realizados. Os aneurismas da artéria renal complexos, que não são passíveis de tratamento *in-situ* ou endovascular, frequentemente requerem uma reconstrução extracorpórea com autotransplante.

Objetivo: O objetivo deste estudo retrospectivo consiste em reportar a experiência do Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular do Centro Hospitalar do Porto no tratamento dos aneurismas da artéria renal complexos por autotransplante.

Metodologia: Entre 2008 e 2014, foram referenciados 12 pacientes para o tratamento de aneurismas da artéria renal complexos por autotransplante. Os dados demográficos, clínicos e laboratoriais foram examinados. A resposta da pressão arterial e da função renal foram determinadas. Foi feita uma análise descritiva e utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras emparelhadas para avaliar a eficácia do método.

Resultados: Foram tratados 12 pacientes com 19 aneurismas da artéria renal, 8 mulheres (66.7%) e 4 homens (33.3%). A idade média foi de 39.75 anos (variação 15-62 anos). Do lado direito existiam 11 aneurismas (57.9%), com diâmetro médio de 28.00 mm, do lado esquerdo 8 aneurismas (42.1%), com diâmetro médio de 22.78 mm e em 2 pacientes os aneurismas eram bilaterais (10.53%). Cinco pacientes tinham aneurismas múltiplos (41.6%). As comorbilidades associadas incluíam a hipertensão (50%), dislipidemia (16.7%), doença de Crohn (8.3%), displasia fibromuscular (8.3%) e insucesso de tratamento endovascular (8.3%). A cirurgia *ex-vivo* com autotransplante foi realizada em 11 casos e com alotransplante num caso. A cirurgia *in-situ* foi realizada num paciente. As reconstruções vasculares incluíram aneurismectomia (25%), aneurismectomia e angioplastia (50%) e clipagem do aneurisma (33.3%). A mortalidade peri-operatória foi de 0% e a morbilidade de 33.3%. A morbilidade maior deveu-se a dois episódios de trombose da veia renal que motivaram nefrectomia e a morbilidade menor, a uma meningite por enterovírus e uma infeção do trato urinário. A função renal manteve-se estável [Cr antes = 0.69 (0,27); Cr depois =

0,77 (0,10); $Z = -2.00$, $p < .05$]. Os valores da pressão arterial sistólica melhoraram significativamente após a cirurgia [PAS antes = 141.43 (23.44); PAS depois = 124.64 (11.53); $Z = -2.59$, $p < .05$]. Num *follow-up* médio de 22.45 meses, a patência da reconstrução vascular e a sobrevida foram de 100%.

Conclusões: O autotransplante permite o tratamento dos aneurismas da artéria renal complexos que, de outra forma, só seriam passíveis de tratamento por nefrectomia. Esta abordagem cirúrgica proporciona uma sobrevida, patência das reconstruções vasculares e manutenção da função renal a longo prazo excelentes.

Palavras-chave: autotransplante, cirurgia *ex-vivo*, aneurismas da artéria renal, transplante renal, reconstrução extracorpórea.

Abstract

Introduction: Renal artery aneurysms are being discovered with greater frequency due to increased use of imaging resources. Complex renal artery aneurysms, which are not amenable to in vivo or endovascular treatment, often require ex vivo repair with autotransplantation.

Objective: This retrospective review reports our experience with autotransplantation on the repair of complex renal artery aneurysms.

Methods: Between 2008 and 2014, 12 patients were referred for complex renal artery aneurysms repair with autotransplantation. Demographic, clinical and laboratory data were examined. Blood pressure and renal function response were determined. A descriptive analysis was made and the non-parametric Wilcoxon test for paired samples was used to evaluate the effectiveness of the method.

Results: Nineteen renal artery aneurysms were repaired in 12 patients, 8 women (66.7%) and 4 men (33.3%). Mean age was 39.75 years (range 15-62 years). There were 11 aneurysms on the right side (57.9%) with a mean diameter of 28.00 mm, 8 aneurysms on the left side (42.1%) with a mean diameter of 22.78 mm and in 2 patients, aneurysms were bilateral (10.53%). Multiple aneurysms were present in 5 patients (41.6%). Associated conditions included hypertension (50%), dyslipidemia (16.7%), Crohn's disease (8.3%), fibromuscular dysplasia (8.3%) and endovascular treatment failure (8.3%). The ex-vivo surgery with autotransplantation was performed in 11 repairs and with allotransplantation in one repair. One patient underwent in-situ reconstruction. The techniques included aneurysmectomy (25%), aneurysmectomy and angioplasty (50%) and clipping of the aneurysm (33.3%). The perioperative mortality was 0% and morbidity was 33.3%. Major morbidity was due to 2 episodes of renal vein thrombosis that resulted in nephrectomy and minor morbidity was due to enterovirus meningitis and urinary tract infection. Renal function was preserved [preoperative creatinine = 0.69 (0,27); postoperative creatinine = 0,77 (0,10); $Z = -2.00$, $p < .05$]. Systolic blood pressure (SBP) improved significantly after surgery [preoperative SBP = 141.43 (23.44); postoperative SBP = 124.64 (11.53); $Z = -2.59$, $p < .05$]. At a mean

follow-up of 22.45 months, the patency of vascular reconstruction and survival was 100%.

Conclusion: Autotransplantation allows complex renal artery aneurysms repair that otherwise would only be amenable to treatment by nephrectomy. This operative approach provides excellent long term survival, patency and maintenance of renal function.

Keywords: autotransplantation, *ex vivo* repair, renal artery aneurysms, kidney transplantation, extracorporeal reconstruction.

Introdução

Os aneurismas da artéria renal (AARs) são uma entidade clínica rara com incidência variável. A frequência da sua detecção tem vindo a aumentar devido ao recurso crescente a exames imagiológicos na avaliação de outras patologias não relacionadas. Também são frequentemente encontrados no decurso da investigação etiológica de quadros de hipertensão.^{1, 2, 3} Estudos de necrópsia revelaram uma incidência de 0.01% a 0.09%, estudos em pacientes com hipertensão renovascular evidenciam uma incidência 0.015% a 1% e num estudo angiográfico recente a incidência foi de 0.7%.^{2, 4, 5} Os AARs correspondem a um quinto dos aneurismas das artérias viscerais.⁶

Henke et al referem como idade média de apresentação dos AARs os 51 anos de idade (intervalo 13-78). A incidência é igual em ambos os sexos. De um ponto de vista etiológico, os AARs têm como causa a displasia fibromuscular, aterosclerose, dissecação, traumatismo, inflamação, infeção, anomalias congénitas (como a coartação da aorta) ou outras doenças do tecido conjuntivo, como a síndrome de Ehlers-Danlos.^{7, 8, 9} Dentro do grupo dos aneurismas secundários a displasia fibromuscular, a doença vascular mais prevalente associada aos AARs, existe uma predominância do sexo feminino.^{10, 3}

Do ponto de vista morfológico os aneurismas podem ser saculares ou fusiformes e do ponto de vista histopatológico podem ser classificados como verdadeiros ou falsos (pseudoaneurismas). A parede do saco aneurismático nos aneurismas verdadeiros é constituída pelas três camadas da parede arterial (íntima, média e adventícia). Os pseudoaneurismas resultam de uma rutura da parede da artéria, sendo o saco aneurismático constituído pela túnica média ou adventícia ou por tecidos perivasculares, inflamatórios e/ou fibrosos.⁷ Mais de 90% dos aneurismas verdadeiros da artéria renal são extra-parênquimatosos, cerca de 75% são saculares e têm habitualmente menos de 5 cm de diâmetro.¹¹ Os AARs são tipicamente únicos e unilaterais, podendo ser bilaterais em 10% dos casos e são mais frequentes do lado direito.^{2, 3, 8, 4} A maioria dos aneurismas ocorre na bifurcação da artéria renal principal e nos seus ramos segmentares, podendo

ocorrer menos frequentemente na artéria renal principal ou nos ramos e bifurcações distais aos ramos segmentares.³

A maioria dos AARs é assintomática e consequentemente diagnosticada incidentalmente. As complicações do aneurisma são a rutura, a trombose, a embolia e a compressão de estruturas adjacentes pelo efeito de massa.³ A obstrução do sistema coletor por compressão é uma apresentação rara documentada.¹² Uma pequena percentagem de pacientes desenvolve manifestações clínicas decorrentes das complicações e estas incluem dor no flanco, hidronefrose e/ou hematúria.^{1, 2, 11, 13} A hipertensão é o sinal mais comum, com relatos de incidência de 80%. Frequentemente, é refratária ao tratamento médico, permanecendo questionável se os AARs são a causa ou consequência da hipertensão, com a exceção dos casos com estenose associada.^{11, 4, 13}

As recomendações para o tratamento dos AARs, bem como o método terapêutico de eleição, permanecem controversos. Contudo, o tratamento cirúrgico em pacientes criteriosamente selecionados está associado a baixa morbilidade e mortalidade, melhor controlo da pressão arterial e a excelentes resultados a longo prazo.^{10, 3, 13, 14}

As indicações aceites para o tratamento cirúrgico dos AARs incluem a sintomatologia associada a rutura - manifestada por choque, dor lombar ou abdominal e hipotensão; associada a compressão local - manifestada por dor, hematúria ou ureterohidronefrose; associada a embolização distal ou trombose aneurismática - manifestada por enfarte renal com dor lombar ou abdominal, com ou sem hematúria; e associada a hipertensão arterial (HTA). Nos aneurismas assintomáticos, a indicação cirúrgica baseia-se na evidência de crescimento acelerado, diâmetro superior a 2 cm ou aneurismas em mulheres em idade fértil.^{1, 11, 8, 15, 16, 17, 18}

A cirurgia *in-situ* e as técnicas endovasculares têm sido amplamente utilizadas e bem sucedidas no tratamento da maioria dos AARs simples. No entanto, nos aneurismas complexos que envolvem as artérias renais distais ou nos aneurismas com envolvimento de múltiplos ramos da artéria renal, estas abordagens poderão ser difíceis ou mesmo impossíveis de realizar, exigindo uma cirurgia *ex-vivo* com

autotransplante.^{8, 19, 20, 13} Esta cirurgia envolve três momentos: a nefrectomia, o tratamento da lesão em banca e a implantação de novo do rim.

O objetivo do presente estudo consiste em avaliar a experiência e os resultados do tratamento por autotransplante dos AARs complexos, realizado no Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular do Centro Hospitalar do Porto (CHP), a instituição no país com mais experiência nesta técnica.

Metodologia

Informação dos pacientes. Este estudo retrospectivo compreende um grupo de 12 pacientes com AARs complexos que foram submetidos a tratamento cirúrgico entre 2008 e 2014. Foram revistos os registos clínicos e os exames de imagem em todos os pacientes. Os dados demográficos, os factores de risco e as comorbilidades, as características dos procedimentos, a duração do internamento, a morbilidade e mortalidade peri-operatórias, a patência do enxerto, o número de medicamentos anti-hipertensores e os valores da pressão arterial e da creatinina sérica foram registados. Foram analisados os dados obtidos desde as primeiras consultas pré-operatórias até ao último *follow-up* clínico e anatómico. A avaliação da anatomia renal pré-operatória foi feita em todos os pacientes com angiografia por tomografia computadorizada (angio-TC). A patência da reconstrução foi verificada por ecoDoppler em todos os pacientes na alta hospitalar. Durante o *follow-up*, que incluiu o exame físico e ecoDoppler em todos os pacientes, dois realizaram tomografia computadorizada (TC) e um realizou renograma. A resposta da hipertensão à cirurgia foi determinada pela pressão arterial e pelo número de medicamentos anti-hipertensores prescritos. A resposta da função renal foi determinada pelas alterações dos valores da creatinina sérica examinados no último *follow-up*. A sobrevida foi determinada a partir da última data de contacto, incluindo chamadas telefónicas em alguns casos.

Procedimentos. Realizou-se a cirurgia *ex-vivo* com autotransplante por se considerar inexequível outra forma de tratamento devido à anatomia dos aneurismas, exceto num caso em que se procedeu a cirurgia *in-situ* e noutro caso em que o rim, após a correção do AAR, foi doado. Nas cirurgias *ex-vivo*, a nefrectomia foi realizada por lombotomia convencional ou por laparoscopia. O ureter foi dividido ao nível dos vasos ilíacos. Após a nefrectomia, perfundiu-se o rim com uma solução de preservação renal fria (Euro-Collins ou Celsior). A reconstrução vascular foi efetuada em banca. No final, implantou-se o rim na fossa ilíaca ipsilateral e reconstruiu-se o ureter por ureteroneocistotomia de Lich-Gregoire.

Análise estatística. Análises descritivas (média, desvio padrão e mediana) e de frequências foram utilizadas para caracterizar a série de pacientes. Foi testada a normalidade da distribuição da variável dependente mediante a utilização dos testes de Kolmogorov-Smirnov com a correcção do teste Shapiro-Wilk. Como os testes de aderência à normalidade não atestavam que as variáveis dependentes analisadas tinham uma distribuição normal ($p > 0.05$), utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras emparelhadas. Todas as análises estatísticas foram feitas com o programa estatístico IBM SPSS Statistics versão 22.

Resultados

Variáveis sociodemográficas dos pacientes e comorbilidades. Os dados demográficos e as comorbilidades dos pacientes estão retratados na tabela I. Doze pacientes, compreendendo 8 mulheres e 4 homens, tinham 19 AARs. Cinquenta por cento dos pacientes tinha hipertensão, mas apenas 2 tinham uma estenose da artéria renal associada (10.5%). Foi considerado que 3 mulheres estavam em idade fértil (idade ≤ 45 anos).

Anatomia da artéria renal. As características dos AARs estão descritas na tabela II. Dois pacientes tinham AARs bilaterais: um foi submetido a reconstrução bilateral estagiada em dois tempos e o outro tinha apenas realizado a primeira reconstrução na altura da colheita dos dados. No primeiro caso, a segunda cirurgia foi realizada 4 meses após a primeira.

Tratamento cirúrgico dos AARs. As técnicas utilizadas no tratamento dos AARs são apresentadas na tabela III. Dezanove AARs foram tratados cirurgicamente em 12 pacientes. Foram realizadas 12 cirurgias *ex-vivo* e uma cirurgia *in-situ* por se ter verificado, durante a operação, ser possível a reconstrução vascular desse modo. Num dos casos de reconstrução vascular, o rim foi doado a um paciente com insuficiência renal crónica (IRC). O tempo médio de cirurgia foi de 4.85 horas (1.58). Os clips utilizados foram os Yasargil® (clips de titânio de 17 mm). Em 12 casos utilizou-se uma solução de preservação renal fria: Euro-Collins num caso e Celsior em 11 casos. Na cirurgia *in-situ* não foi utilizada uma solução de preservação, apenas foi efetuada hipocoagulação com heparina (4000 UI). Em 4 casos realizou-se angiografia-intraoperatória (33.3%), não tendo sido detetados defeitos na reconstrução vascular. O tempo médio de internamento foi de 11.45 dias (3.88, variação 4-17 dias).

Tabela I - Variáveis sociodemográficas dos pacientes e comorbilidades

	Nº (%) ou Média (Desvio Padrão)
Idade (anos)	39.75 (17.30)
Sexo (Feminino/Masculino)	8 (66.7%) / 4 (33.3%)
Diagnóstico	
Incidental	5 (41.7%)
Estudo de HTA	6 (50%)
Estudo de doação renal	1 (8.3%)
Comorbilidades e fatores de risco	
HTA	6 (50%)
Dislipidemia	2 (16.7%)
Doença Crohn	1 (8.3%)
Displasia Fibromuscular	1 (8.3%)
Insucesso de tratamento endovascular	1 (8.3%)
Tabagismo	1 (8.3%)

HTA, hipertensão arterial

Tabela II – Características dos aneurismas da artéria renal

	Nº (%) ou Média (Desvio Padrão)
Nº de aneurismas artéria renal	19
Estenose da artéria renal concomitante	2 (10.5%)
Lado	
Direito	11 (57.9%)
Esquerdo	8 (42.1%)
Bilaterais	2 (10.53%)
Múltiplos	5 (41.6%)
Diâmetro (mm)	
Direito	28.00 (13.27)
Esquerdo	22.78 (9.72)
Morfologia	
Sacular	18 (94.7%)
Fusiforme	1 (5.3%)
Localização	
Distal à bifurcação	12 (63.8%)
Na bifurcação	3 (15.8%)
Terço distal da artéria renal esquerda	3 (15.8%)
Terço proximal e médio da artéria renal esquerda	1 (5.3%)

Tabela III – Técnicas cirúrgicas

	Nº (%) ou Média (Desvio Padrão)
Nefrectomia	
Laparoscopia	9 (69.2%)
Lombotomia	4 (30.8%)
Cirurgia	
<i>Ex vivo</i>	12 (92.3%)
<i>In-situ</i>	1 (7.7%)
Técnica Cirúrgica	
Aneurismectomia	3 (25%)
Aneurismectomia e angioplastia	6 (50%)
Clipagem do aneurisma	4 (33.3%)
Procedimentos Complementares	
Prolongamento da artéria renal com veia safena interna	3 (25%)
Prolongamento da veia renal com veia femoral superficial	1 (1.3%)
Reconstrução helicoidal da veia renal com veia safena interna	2 (16.7%)
Reconstrução das duas artérias renais em duplo cano	1 (8.3%)
Anastomoses	
Anastomose da artéria renal à artéria hipogástrica termino-terminal	2 (15.4%)
Anastomose da artéria renal à artéria ilíaca externa termino-lateral	11 (84.6%)

Resultados da cirurgia a curto prazo. Em todos os pacientes realizou-se ecoDoppler para confirmar a patência da reconstrução vascular antes da alta hospitalar. O sucesso técnico foi alcançado em 10 pacientes (83.3%). Dois pacientes tiveram de ser submetidos a nefrectomia devido a trombose da veia renal nas primeiras 24 horas pós-operatórias. A taxa de mortalidade aos 30 dias foi de 0% e a morbidade foi de 33.3%. A morbidade major deveu-se a dois episódios de trombose da veia renal que motivaram nefrectomia e a morbidade minor, a uma meningite por enterovírus e uma infecção do trato urinário (Tabela IV).

Resultados da cirurgia a longo prazo. Todos os pacientes foram seguidos anualmente, incluindo o paciente com IRC que recebeu o alotransplante renal, realizando exame físico e ecoDoppler. Dois pacientes realizaram tomografia computadorizada (TC) e um realizou renograma. Num *follow-up* médio de 22.45 meses (20.31, variação 1 – 65 meses), não se verificaram falhas nas reconstruções vasculares, sendo a patência de 100%. Não ocorreram ruptura ou recorrência de aneurismas. A taxa de mortalidade durante o *follow-up* foi de 0%.

Nos pacientes com hipertensão verificou-se uma melhoria significativa nos valores da pressão arterial sistólica após a intervenção cirúrgica [PAS antes = 141.43 (23.44); PAS depois = 124.64 (11.53); Z = -2.59, p<.05], mas sem alteração nos

valores de pressão arterial diastólica [PAD antes = 76,35 (14,65); PAD depois = 75,55 (8,69); $Z = -0.18$, $p > .05$]. Quando analisado o número de medicamentos antes e após a cirurgia, verificou-se uma redução marginalmente significativa no número de medicamentos prescritos após a intervenção [n° medicamentos antes = 3.00 (2.08); n° medicamentos depois = 1.79 (1.52); $Z = -1.83$, $p = .06$]. A função renal manteve-se globalmente estável em todos os pacientes após a cirurgia [Cr antes=0.69 (0,27); Cr depois =0,77 (0,10); $Z=-2.00$, $p < .05$]. Nenhum paciente precisou de diálise.

Tabela IV – Resultados da cirurgia

	Nº (%) ou Média (Desvio Padrão)
Resultado da técnica aos 30 dias	
Sucesso	10 (83,3%)
Nefrectomia	2 (16,7%)
Mortalidade aos 30 dias	0 (0%)
Complicações pós-cirúrgicas	
Sem complicações	8 (66.7%)
Trombose da veia renal	2 (16.7%)
Pielonefrite	1 (8.3%)
Meningite por enterovírus	1 (8.3%)

Discussão

A rutura é a complicação dos AARs mais temida, podendo o paciente apresentar-se em choque hipovolémico. O aparecimento de dor abdominal ou lombar aguda ou o agravamento de uma dor já existente, num doente com aneurisma documentado, pode significar rutura ou crescimento aneurismático.²¹ A taxa de rutura dos AARs é desconhecida, supondo-se ser inferior a 3%, sendo a taxa de mortalidade associada de 10% em homens e em mulheres não grávidas.^{11, 10, 18, 22} A maioria dos autores acredita que não existe informação suficiente para afirmar que quanto maior o aneurisma, maior o risco de rutura.^{10, 23, 4} Contudo, de acordo com a Lei de Laplace, a tensão exercida na parede aneurismática é tanto maior quanto maior o diâmetro do aneurisma, reforçando a associação, pelo menos teórica, do diâmetro ao risco de rutura. Tradicionalmente, tem sido recomendado o tratamento cirúrgico em AARs com mais de 2 cm de diâmetro, apesar de estarem documentados aneurismas com menos de 2 cm que romperam.^{3, 24, 19, 4, 25, 26} Na nossa instituição, todos os AARs com diâmetro superior a 2 cm foram tratados.

A gravidez associa-se a um risco significativamente aumentado de rutura, principalmente no terceiro trimestre.^{11, 10, 13, 27} O estado hiperdinâmico, com aumento do volume sanguíneo e do débito cardíaco, o aumento da pressão intra-abdominal e as influências hormonais e metabólicas sobre a parede dos vasos sanguíneos podem explicar o risco aumentado de rutura durante a gravidez.^{11, 4} Adicionalmente aos efeitos dos estrogénios e da progesterona, níveis elevados da hormona relaxina, libertada no último trimestre da gravidez, também parecem afetar a elasticidade da parede arterial.²⁸ Nesta situação, a rutura do AARs pode provocar taxas de mortalidade materna e fetal de 55% e 85%, respectivamente.^{7, 29} Na série em estudo, três pacientes eram mulheres em idade fértil e todas realizaram autotransplante para correção dos AARs.

Os AARs secundários a displasia fibromuscular parecem estar associados a maior risco de rutura. Alguns autores defendem que a calcificação da parede aneurismática possa ser um fator protetor, no entanto, outros sugerem não existir correlação entre calcificação e rutura.^{10, 3, 25, 30}

Quando comparados com outros aneurismas de artérias viscerais, os AARs têm melhor prognóstico, com menor risco de rutura e menor risco de mortalidade após rutura.²³

Dado que a maioria dos AARs são assintomáticos e encontrados de forma incidental, o papel dos estudos complementares de imagem consiste essencialmente no planeamento do tratamento e/ou seguimento do aneurisma. O ecoDoppler é um exame pouco invasivo que evidencia a natureza vascular da lesão, o diâmetro e o conteúdo do saco aneurismático, deteta a direção e a velocidade do fluxo sanguíneo e pode identificar uma estenose concomitante da artéria renal. Contudo, a qualidade do exame depende da experiência do operador e pode ser limitada pelo biótipo do doente. A TC com contraste é a modalidade de imagem mais disponível e reproduzível, comparável em resolução à angiografia digital, sendo o exame de escolha para diagnóstico dos AARs. A angio-TC e a reconstrução 3D proporcionaram uma melhor caracterização anatômica da estrutura vascular renal, permitindo o planeamento cirúrgico. A angiografia por ressonância magnética (angio-RM) com gadolínio e a reconstrução 3D têm-se revelado promissoras em termos de resolução de imagem e acurácia diagnóstica, com a vantagem de não se utilizar radiação ionizante. A angiografia convencional é um estudo mais invasivo que tem vindo a ser substituído pela TC e RM. Permanece o “*gold standard*” e pode ser útil para um estudo mais pormenorizado da anatomia vascular.^{9, 31, 5, 32, 33} Ocasionalmente, os AARs calcificados são incidentalmente diagnosticados em radiografias simples.^{34, 35}

Nos pacientes sem indicação cirúrgica é recomendado um *follow-up* regular com eco-Doppler ou TC.²⁵

Nos pacientes sujeitos a cirurgia, após a alta hospitalar recomenda-se a avaliação do paciente no primeiro e no sexto mês, e depois anualmente. Para além da monitorização da pressão arterial e da função renal, deve ser realizado um ecoDoppler para averiguar a patência da reconstrução e identificar complicações como a estenose ou novas formações aneurismáticas. Achados anormais podem ser confirmados por TC, angio-RM ou angiografia.^{32, 33}

O tratamento eletivo dos AARs tem como objectivo prevenir as suas complicações, nomeadamente a rutura. Existem várias opções no tratamento dos AARs e a escolha baseia-se na morfologia e na localização anatómica do aneurisma. As técnicas a considerar são:

1- Cirurgia convencional

a) cirurgia *in-situ* anatómica (aneurismectomia simples, aneurismectomia e angioplastia ou aneurismectomia e pontagem aorto-renal);

b) cirurgia *in-situ* extra-anatómica (aneurimectomia e pontagem hepato-renal ou espleno renal);

c) cirurgia *ex-vivo*

1. Nefrectomia

- Lobotomia
- Laparoscopia (simples, assistida por mão ou assistida por robot)

2. Reconstrução vascular em banca (arterial e/ou venosa)

3. Autotransplante (*in-situ* ou na fossa ilíaca);

d) nefrectomia.

2- Cirurgia endovascular (endoprótese coberta, embolização do saco aneurismático e embolização arterial).

Os aneurismas saculares ou fusiformes da artéria renal principal, tratam-se normalmente por cirurgia *in-situ*. Realiza-se aneurismectomia com arteriorrafia primária ou com “patch”autólogo, normalmente com veia safena, artéria ilíaca interna ou artéria femoral superficial.^{4, 13, 14} Os “patches”protésicos como o PTFE (politetrafluoretileno) ou o Dacron também são utilizados.^{8, 36, 21} Uma técnica alternativa é a aneurismectomia associada a pontagem, utilizada preferencialmente em aneurismas de maiores dimensões ou associados a estenose da artéria renal. A pontagem preferida é a derivação aorto-renal, realizada com veia safena ou artéria ilíaca, cujas taxas de patência são superiores às dos tecidos protésicos. Caso não seja possível a pontagem aorto-renal, podem ser realizadas

pontagens extra-anatômicas, como as pontagens espleno-renal, hepato-renal ou ilíaco-renal.⁷

As técnicas endovasculares percutâneas têm vindo a notabilizar-se e constituem, atualmente, uma alternativa efetiva e menos invasiva que a cirurgia em AARs simples.³⁷ Os *stents* cobertos têm sido utilizados nos aneurismas que se originam na artéria renal principal ou na porção proximal de artérias segmentares amplas.^{15, 38} Aneurismas saculares com um colo pequeno podem ser embolizados com *microcoils*.³⁷ Os aneurismas com um colo largo podem ser tratados através da colocação de um stent auto-expansível ou expansível por balão, permitindo posteriormente a colocação dos *microcoils* no saco aneurismático através do stent. Esta técnica previne a protrusão dos coils ou o compromisso do fluxo luminal.³⁹ Nos aneurismas intraparenquimatosos, originados nas artérias segmentares ou distais, pode ser realizada a embolização destes vasos com *microcoils* ou com o copolímero etileno vinil álcool (Onyx®).^{40, 41}

Na maioria dos aneurismas que se apresentam em rutura, a nefrectomia é o procedimento mais realizado devido à instabilidade hemodinâmica do paciente e incapacidade de tolerar o tempo cirúrgico necessário à reconstrução arterial. A nefrectomia programada é cada vez menos considerada, estando reservada para casos de doença parenquimatosa avançada, quando se considera impossível a reconstrução arterial ou quando surgem complicações pós-operatórias no tratamento cirúrgico convencional ou endovascular.^{3, 19}

A correção cirúrgica das lesões vasculares implica um tempo de isquemia renal devido à necessidade de clampagem dos vasos. Foram descritos períodos de isquemia quente inferiores a 20 minutos que resultaram em disfunção renal e insuficiência renal aguda.⁴² Os dados disponíveis preconizam a instituição de medidas de proteção da função renal quando são necessários tempos superiores a 40 minutos de isquemia quente para a revascularização.^{43, 44} A decisão sobre qual a melhor abordagem para a proteção renal é ainda tópico de debate. *Calligaro K.* e *Dougherty M.* recomendam a cirurgia *ex-vivo* quando se prevê um tempo de isquemia renal superior a 45 minutos ou quando há envolvimento de pequenos ramos distais.⁷

Em 1967, *Ota K et al* reportam o primeiro caso de reconstrução *ex-vivo* de uma lesão da artéria renal por hipertensão renovascular.⁴⁵

A cirurgia *ex-vivo* inicia-se com uma nefrectomia, que pode ser realizada por cirurgia convencional, por laparoscopia, laparoscopia assistida por mão ou assistida por robot.⁴⁶ A nefrectomia por cirurgia convencional pode envolver uma incisão ao longo da décima segunda costela até à pelve, com abordagem retroperitoneal para acesso à fossa renal e à fossa ilíaca. Outra opção, por nós recomendada, é a realização de duas incisões independentes, uma lombotomia e uma incisão de Gibson, sendo a primeira para a realização da nefrectomia e a segunda para o implante do rim.⁴⁷ A abordagem retroperitoneal apresenta menor morbidade que a transperitoneal.⁴⁸ A vantagem da nefrectomia por cirurgia laparoscópica é essencialmente a de reduzir a morbidade da incisão cirúrgica, com menos dores no pós-operatório, tempo de internamento mais curto, retorno mais rápido às atividades diárias e melhores resultados estéticos.^{49, 50} *Gallagher et al* reportaram uma série de 7 pacientes com AARs complexos tratados com sucesso por nefrectomia laparoscópica, reparação *ex-vivo* e autotransplante, todos com função renal estável e melhoria considerável dos sintomas após a cirurgia.⁵¹ Na nossa instituição, ambos os métodos foram utilizados. Contudo, verificou-se uma predominância da nefrectomia por laparoscopia (69.2%).

A reconstrução *ex-vivo* pode ser feita com preservação ou divisão do ureter. Na série de pacientes avaliada, em todos os casos executou-se a divisão do ureter. Apesar da preservação uretérica estar relacionada com uma menor incidência de complicações urológicas, aumenta o tempo cirúrgico e dificulta o arrefecimento e preservação adequados. A divisão do ureter possibilita um melhor manuseamento cirúrgico. A taxa de complicações urológicas após a re-implantação ureteral, normalmente por ureteroneocistostomia de Lich-Gregoire, é baixa (3,3%) e inclui a fístula urinária por necrose do ureter, estenose e obstrução.^{51, 52}

Após a nefrectomia, o rim é perfundido através da artéria renal principal com uma solução de preservação renal heparinizada e hipotérmica (4° C), idêntica às soluções empregues no transplante renal heterólogo, para minimizar o dano isquémico. De seguida, o rim é envolvido numa compressa e colocado numa solução salina a 4° C.^{25, 53, 54} Existem várias soluções de preservação que

compartilham determinadas características. São soluções hiperosmolares, que mimetizam o conteúdo intracelular (com elevada concentração de potássio), de forma a minimizar as trocas iônicas e alterações de volume celular e serem excelentes tampões da acidose que se desenvolve no decorrer da isquemia renal.³⁶

⁵⁵ Do ponto de vista comercial, existem as soluções de Euro-Collins, da Universidade de Wisconsin, de Bretschneider (histidina-triptofano-cetoglutarato HTK), Custodiol, Polysol, Celsior, entre outras. A perfusão pode ser única, o método preferido na nossa instituição, intermitente ou contínua e pulsátil.⁵⁴ *Crutchley et al* concluíram que o arrefecimento renal e a hipotermia sustentada, independentemente do tipo de soluto utilizado, são o melhor método de proteção renal, estendendo o tempo de isquemia renal seguro nas reparações complexas com tempos cirúrgicos prolongados.³⁶

A seguir ao arrefecimento, efetua-se o tratamento em banca do ou dos aneurismas, e posteriormente a reconstrução arterial e venosa quando necessária.

Uma vez efetuada a reconstrução vascular, o rim pode ser autotransplantado *in-situ* ou na fossa ilíaca. O autotransplante na fossa ilíaca, técnica por nós utilizada, é uma técnica mais simples e idêntica aos alotransplantes renais, com anastomoses no sistema vascular ilíaco.^{51, 19, 56, 57, 35} Apresenta a desvantagem, sobretudo nos pacientes jovens, do possível envolvimento aterosclerótico das artérias ilíacas a longo prazo. O autotransplante *in-situ* com anastomoses na aorta e na veia cava ou no remanescente da veia renal parece ser uma melhor solução neste grupo de pacientes, contudo é tecnicamente mais exigente.^{36, 64}

As complicações específicas do tratamento cirúrgico dos AARs incluem a oclusão do enxerto ou da artéria renal nativa devido a erro técnico ou à natureza protrombótica de alguns materiais protésicos, a isquemia segmentar devido à oclusão de um ramo distal secundária a embolia durante a cirurgia e a diminuição da função renal devido ao tempo de isquemia renal quente. A trombose vascular, tanto arterial como venosa, é a causa mais comum de perda do rim, e conduz frequentemente à nefrectomia.^{58, 21, 59, 60} Na nossa experiência, ocorreram 2 casos de nefrectomia associados a trombose da veia renal.

Poucos estudos são referidos na literatura sobre o autotransplante, contudo demonstraram que a cirurgia *ex-vivo* é segura e efetiva nos casos de AARs complexos.^{61, 62, 63, 34, 35} *Murray et al* relataram uma série de 11 pacientes com AARs corrigidos com sucesso pela reconstrução extracorpórea, bem como *Shirodkar et al* numa série de 7 pacientes, sem complicações intra-operatórias, mas com ocorrência de um caso de perda de função renal.^{64, 21} Recentemente, *Morin et al* descreveram uma série de 9 pacientes com rins únicos sujeitos a cirurgia *ex-vivo* e autotransplante, sem detrimento da função renal após a cirurgia e com uma patência excelente da revascularização a longo prazo.⁵⁷

As taxas de morbidade e mortalidade associadas ao tratamento com cirurgia *ex-vivo* são muito baixas, com alguns autores a relatarem pequena morbidade e nenhuma mortalidade.^{51, 19, 36, 21, 57} Numa revisão das reconstruções *ex-vivo*, as taxas de mortalidade pós-operatória variaram entre 0% e 9,6%.⁶² Na nossa série, a mortalidade perioperatória e a longo prazo foi de 0%. A patência das reconstruções vasculares, excluindo as duas nefrectomias, foi de 100% durante o *follow-up*. Estes resultados compararam-se favoravelmente com os de *English et al* que reportaram uma série de 72 correções de AARs, em que 50% foram realizadas *ex-vivo*, com uma taxa de mortalidade perioperatória de 1,6% e uma patência a longo prazo de 93%.

A relação entre HTA e os AARs tem sido explorada ultimamente, com uma variedade de mecanismos propostos. Apesar deste estudo não elucidar nenhum mecanismo causal, é de notar que 50% dos pacientes tinham HTA e que se verificou uma melhoria significativa nos valores da pressão arterial sistólica após a intervenção cirúrgica, bem como uma diminuição do número de medicamentos anti-hipertensores prescritos. A função renal permaneceu estável. Estes resultados apoiam o benefício alcançado com a cirurgia *ex-vivo* na hemodinâmica renal.

Neste estudo, reporta-se a experiência inicial do Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular do Centro Hospitalar do Porto no tratamento de AARs complexos por autotransplante. Deste modo, evitou-se a nefrectomia, uma vez que estes aneurismas não eram passíveis de correção pelas opções de tratamento convencionais. Os resultados a longo prazo foram excelentes, não tendo ocorrido nenhuma morte durante o *follow-up*. Não ocorreu perda da função renal, rutura ou

recorrência de aneurismas. A reconstrução extracorpórea com autotransplante é uma abordagem segura e efetiva, constituindo assim o método de eleição para o tratamento dos aneurismas da artéria renal complexos.

Referências Bibliográficas

1. Henriksson C, Bjorkerud S, Nilson AE, Pettersson S (1985) Natural history of renal artery aneurysm elucidated by repeated angiography and pathoanatomical studies. *Eur Urol* 11:244-8.
2. Tham G, Ekelund L, Herrlin K, Lindstedt EL, Olin T, Bergentz SE (1983) Renal artery aneurysms. Natural history and prognosis. *Ann Surg* 197:348-352.
3. Henke PK, Cardneau JD, Welling TH III, Upchurch GR Jr, Wakefield TW, Jacobs LA, et al (2001) Renal artery aneurysms: a 35-year clinical experience with 252 aneurysms in 168 patients. *Ann Surg* 234:454-463.
4. Martin RS III, Meacham PW, Ditesheim JA, Mulherin JL Jr, Edwards WH (1989) Renal artery aneurysm: selective treatment for hypertension and prevention of rupture. *J Vasc Surg* 9:26-34.
5. Zhang LJ, Yang GF, Qi J, Shen W (2007) Renal artery aneurysm: diagnosis and surveillance with multidetector-row computed tomography. *Acta Radiol* 48:274-279.
6. Sevmis S, Karakayali H, Boyvat F, Colak T, Aydogan C, Gencoglu E, et al (2006) Renal Autotransplantation for Complex Renal Arterial Disease: A Case Report. *Experimental and clinical transplantation: official journal of the Middle East Society for Organ Transplantation* 4:559-561.
7. Calligaro K, Dougherty M (2010) Renovascular Disease: Aneurysms and Arteriovenous Fistulae. In: *Vascular Surgery* 7th edition (Rutherford RB, ed), pp2243-2250. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
8. Pfeiffer T, Reiher L, Grabitz K, Grunhage B, Hafele S, Voiculescu A, et al (2003) Reconstruction for renal artery aneurysm: operative techniques and long-term results. *J Vasc Surg* 37:293-300.
9. Cura M, Elmerhi F, Bugnogne A, Palacios R, Suri R, Dalsaso T (2011) Renal aneurysms and pseudoaneurysms. *Clinical Imaging* 35:29-41.
10. Stanley JC (1996) Natural history of renal artery stenosis and aneurysms. In: *Modern Management of Renovascular Hypertension and Renal Salvage* (Calligaro KD, Dougherty MJ, Dean RH, eds), pp15. Williams & Wilkins Baltimore.
11. Stanley JC, Rhodes EL, Gewertz BL, Chang CY, Walter JF, Fry WJ (1975) Renal artery aneurysms. Significance of macroaneurysms exclusive of dissections and fibrodysplastic mural dilations. *Arch Surg* 110:1327-1333.
12. Edsman G (1957) Angiophrography and suprarenal angiography. A roentgenologic study of the normal kidney. Expansive renal and suprarenal lesions and renal aneurysms. *Acta Radiol* 155:104-116.
13. Dzsinih C, Gloviczki P, McKusick MA, Pairolero PC, Bower TC, Hallett JW Jr et al (1993) Surgical management of renal artery aneurysm. *Cardiovasc Surg* 1:243-247.
14. Lumsden AB, Salam TA, Walton KG (1996) Renal artery aneurysm: a report of 28 cases. *Cardiovasc Surg* 4:185-189.
15. Rundback JH, Rizvi A, Rozenblit GN, Poplasky M, Maddineni S, Crea G, et al (2000) Percutaneous stent-graft management of renal artery aneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 11:1189-1193.
16. Lacroix H, Bernaerts P, Nevelsteen A, Hanssens M (2001) Ruptured renal artery aneurysm during pregnancy: successful ex situ repair and autotransplantation. *J Vasc Surg* 33:188-190.
17. Ortenberg J, Novick AC, Straffon RA, Stewart BH (1983) Surgical treatment of renal artery aneurysms. *Br J Urol* 55:341-346.
18. Hageman JH, Smith RF, Szilagyi DD, Elliott JP (1978) Aneurysms of the renal artery: problems of prognosis and surgical management. *Surgery* 84:563-572.
19. English WP, Pearce JD, Craven TE, Wilson DB, Edwards MS, Ayerdi J, et al (2004) Surgical management of renal artery aneurysms. *J Vasc Surg* 40:53-60.
20. Unno N, Yamamoto N, Inuzuka K, Sagara D, Suzuki M, Konno H, et al (2007) Laparoscopic nephrectomy, ex vivo repair, and autotransplantation for a renal artery aneurysm: Report of a case. *Surg Today* 37:169-172.

21. Shirodkar SP, González J, Parodi J, Omaida V, Bird V, Burke GW, et al (2011) Open or laparoscopic nephrectomy and extracorporeal repair of complicated renal artery aneurysms: techniques for renal salvage. *Arch Esp Urol* 64:227-236.
22. Hubert JP Jr, Pairolero PC, Kazmier FJ (1980) Solitary renal artery aneurysms. *Surgery* 88:557.
23. Panayiotopoulos YP, Assadourian R, Taylor PR (1996) Aneurysms of the visceral and renal arteries. *Ann R Coll Surg Engl* 78:412-419.
24. Hidai H, Kinoshita Y, Murayama T, Miyai K, Matsumoto A, Ide K, et al (1985) Rupture of renal artery aneurysm. *Eur Urol* 11:249-253.
25. Fry WF (1987) Renal artery aneurysm. In: *Current Therapy in Vascular Surgery* (Ernst CB, Stanley JC, eds), pp363. BC Decker Philadelphia.
26. Poutasse EF (1975) Renal artery aneurysms. *J Urol* 113:443-449.
27. Cohen JR, Shamash FS (1987) Ruptured renal artery aneurysms during pregnancy. *J Vasc Surg* 6:51-59.
28. Hallett JW Jr (1995) Splenic artery aneurysms. *Semin Vasc Surg* 8:321-326.
29. Sicard GA, Reilly JM, Picus DD, Allen BT (1995) Alternatives in renal revascularization. *Curr Probl Surg* 32:569.
30. Cerny JC, Chang CY, Fry WJ (1968) Renal artery aneurysms. *Arch Surg* 96:653-663.
31. Seo JM, Park KB, Kim KH, Jeon P, Shin SW, Park HS, et al (2011) Clinical and multidetector CT follow-up results of renal artery aneurysms treated by detachable coil embolization using 3D rotational angiography. *Acta Radiol* 52:854-859.
32. Chimpiri AR, Natarajan B (2009) Renal vascular lesions: diagnosis and endovascular management. *Sem Interv Radiol* 26:253-261.
33. Chadha M, Ahuja C (2009) Visceral artery aneurysms: diagnosis and percutaneous management. *Sem Interv Radiol* 26:196-206.
34. Thomas AA, Shields WP, Hamdi Kamel M, Cuppo JA, Hickey DP (2006) Renal artery aneurysm treated with ex vivo repair and autotransplantation. *Surgeon* 4:245-247.
35. Gabrielli R, Rosati MS, Irace L, Siani A, Vitale S, Millarelli M et al (2011) Renal artery aneurysm. Treatment by ex-vivo reconstruction and autotransplantation: three cases and literature review. *G Chir* 32:64-68.
36. Crutchley TA, Pearce JD, Craven TE, Edwards MS, Dean RH, Hansen KJ (2007) Branch renal artery repair with cold perfusion protection. *J Vasc Surg* 46:405-412.
37. Klein GE, Szolar DH, Breinl E, Raith J, Schreyer HH (1997) Endovascular treatment of renal artery aneurysms with conventional non-detachable microcoils and Guglielmi detachable coils. *Br J Urol* 79:852-60.
38. Bui BT, Oliva VL, Leclerc G, Courteau M, Harel C, Plante R (1995) Renal artery aneurysm: treatment with percutaneous placement of a stent-graft. *Radiology* 195:181-182.
39. Manninen HI, Berg M, Vanninen RL (2008) Stent-assisted coil embolization of wide-necked renal artery bifurcation aneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 19:487-492.
40. Rautio R, Haapanen A (2007) Transcatheter embolization of a renal artery aneurysm using ethylene vinyl alcohol copolymer. *Cardiovasc Intervent Radiol* 30:300-303
41. Lupattelli T, Abubacker Z, Morgan R, Belli AM (2003) Embolization of a renal artery aneurysm using ethylene vinyl alcohol copolymer (Onyx). *J Endovasc* 10:366-370.
42. Knobloch K, Wiebe K, Lichtenberg A, Fischer S, Gohrbandt B, Haverich A (2005) Ex vivo repair and renal autotransplantation for complex renal artery aneurysms in a solitary kidney. *Ann Vasc Surg* 19:407-410.
43. Novick AC (1983) Renal hypothermia: in vivo and ex vivo. *Urol Clin North Am* 10:637-644.
44. Desai MM, Gill IS, Ramani AP, Spaliviero M, Rybicki L, Kaouk JH (2005) The impact of warm ischaemia on renal function after laparoscopic partial nephrectomy. *BJU Int* 95:377-383.
45. Ota K, Mori S, Awane Y, Ueno A (1967) Ex-situ repair of renal artery for renal vascular hypertension. *Arch Surg* 94:370-373.
46. Boger M, Lucas SM, Popp SC, Gardner TA, Sundaram CP (2010) Comparison of Robot-Assisted Nephrectomy with Laparoscopic and Hand-Assisted Laparoscopic Nephrectomy. *JLS* 14:374-380.
47. López-Fando Lavalle L, Burgos Revilla J, Sáenz Medina J, Linares Quevedo A, Vallejo Herrador J, De Castro Guerin C et al (2007) Renal autotransplantation: a valid option in the resolution of complex cases. *Arch Esp Urol* 60:255-265.
48. Serrallach Mila N, Franco Miranda E, Riera Canals LI, Lopez-Costea MA, Rodriguez Tolra J, Serrallach Orejas F et al (2002) Vasculo-renal disease. *Actas Urol. Esp* 26:600-616.

49. King BJ, Steinthorsson G, Di Carlo A (2014) Complex renal artery aneurysm managed with hand-assisted laparoscopic nephrectomy, ex-vivo repair and autotransplantation. *Ann Vasc Surg* 28:1036.e9-1036.e13.
50. Almainan H, Serre JE, Abid N, Fouque D, Martin X (2013) A mini-invasive approach to renal autotransplantation in the management of loin pain hematuria syndrome. *Prog Urol* 23:389-393.
51. Gallagher KA, Phelan MW, Stern T, Bartlett ST (2008) Repair of complex renal artery aneurysms by laparoscopic nephrectomy with ex vivo repair and autotransplantation. *J Vasc Surg* 48:1408-1413.
52. Santiago-Delpin EA, Baquero A, Gonzalez Z (1986) Low incidence of urologic complications after renal transplantation. *Am J Surg* 151:374-377.
53. Lacombe M (1994) Ex situ repair of complex renal artery lesions. *Cardiovasc Surg* 2:767-771.
54. Routh WD, Keller FS, Gross GM (1990) Transcatheter thrombosis of a leaking saccular aneurysm of the main renal artery with preservation of renal blood flow. *AJR Am J Roentgenol* 154:1097-1099.
55. Collins GM, Halasz NA (1975) Composition of intracellular flush solutions for hypothermic kidney storage. *Lancet* 1:220.
56. Berloco PB, Levi Sandri GB, Guglielmo N, Lai Q, Melandro F, Poli L et al (2014) Bilateral ex vivo repair and kidney autotransplantation for complex renal artery aneurysms: A case report and literature review. *Int J Urol* 21:219-221.
57. Morin J, Chavent B, Duprey A, Albertini JN, Favre JP, Barral X (2012) Early and late results of ex vivo repair and autotransplantation in solitary kidneys. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 43:716-720.
58. Giulianotti PC, Bianco FM, Addeo P, Lombardi A, Coratti A, Sbrana F (2010) Robot-assisted laparoscopic repair of renal artery aneurysms. *J Vasc Surg* 51:842-849.
59. Marone EM, Mascia D, Kahlberg A, Brioschi C, Tshomba Y, Chiesa R (2011) Is open repair still the gold standard in visceral artery aneurysm management? *Ann Vasc Surg* 25:936-946.
60. Robinson WP III, Bafford R, Belkin M, Menard MT (2011) Favorable outcomes with in situ techniques for surgical repair of complex renal artery aneurysms. *J Vasc Surg* 53:684-691.
61. Dean RH, Meacham PW, Weaver FA (1986) Ex vivo renal artery reconstructions: indications and techniques. *J Vasc Surg* 4:546-552.
62. Toshino A, Oka A, Kitajima K, Akiyama K, Mitsuhashi N, Mannami R et al (1996) Ex vivo surgery for renal artery aneurysms. *Int J Urol* 3:421-425.
63. Seki T, Koyanagi T, Togashi M, Chikaraishi T, Tanda K, Kanagawa K (1997) Experience with revascularizing renal artery aneurysms: is it feasible, safe and worth attempting? *J Urol* 158:357-362.
64. Murray SP, Kent C, Salvatierra O, Stoney RJ (1994) Complex branch renovascular disease: management options and late results. *J Vasc Surg* 20:338-345.